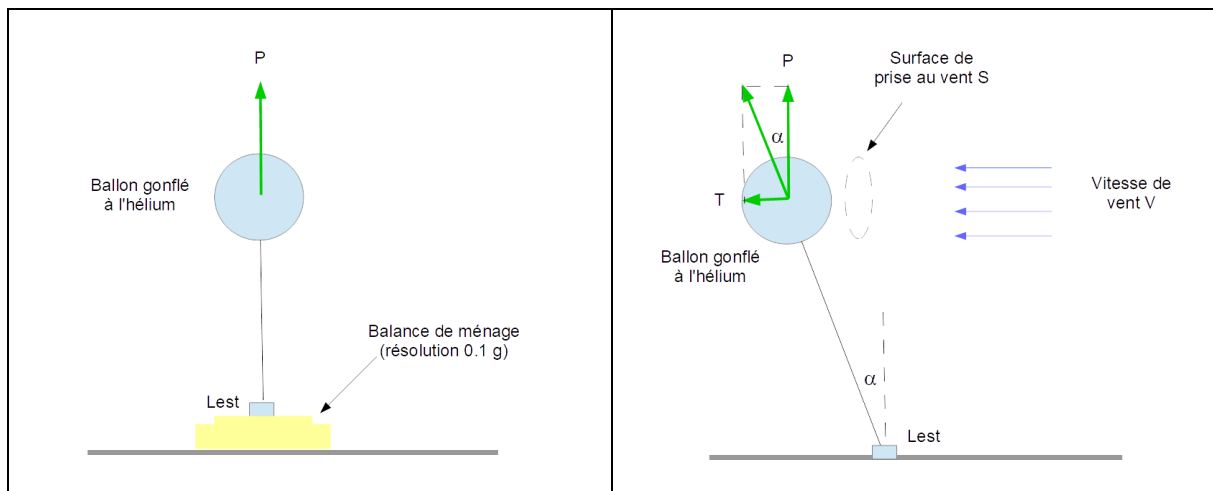


## Visualisation et estimation de la vitesse des courants d'air avec des ballons

La difficulté de savoir comment s'organisent les courants d'air dans une salle dans laquelle on a placé un ventilateur réside dans la vitesse faible de ces courants d'air (en général). Les vitesses sont de l'ordre quelques dizaines de centimètres par seconde.

Ces vitesses faibles sont en général mesurées à l'aide d'anémomètres à fil chaud dont la sensibilité est de cet ordre...mais ils sont chers et pour nous il sera plus facile d'utiliser de simples ballons gonflés à l'hélium.

Le principe est schématisé ci-dessous :



On gonfle un ballon à l'hélium et on l'attache à une ficelle légère lestée à son extrémité. Le lest est suffisant pour retenir le ballon au sol. En l'absence de courants d'air la portance  $P$  aligne la ficelle avec la verticale. En utilisant une balance de ménage au 1/10 de gramme on détermine précisément cette force  $P$  (il suffit de peser le lest seul puis le lest attaché avec le ballon gonflé).

On peut alors utiliser ce ballon pour mesurer la vitesse de l'air à n'importe quelle position  $X, Y, Z$  d'une salle. La longueur de la ficelle permet d'adresser la hauteur  $Z$  et la position du lest sur le sol les coordonnées  $X, Y$ . C'est particulièrement facile si le lest est une simple pince à linge...

Après la mise en place on attend l'arrêt des oscillations et on observe la direction de la ficelle par rapport à la verticale. Notre œil est excellent à ce jeu surtout aidé par un fil à plomb, ce qui permet d'identifier facilement la direction des courants d'air.

On peut même faire une évaluation quantitative. C'est ce que j'ai fait pour déterminer la sensibilité de la méthode.

Le ballon est soumis à deux forces :

- la portance verticale  $P$  que l'on peut mesurer comme indiqué
- la traînée générée par le courant d'air  $T = \frac{1}{2} C_x \rho S V^2$

avec  $C_x$  coefficient de traînée (0.5 pour une sphère),  $\rho$  la masse volumique de l'air ( $1,3 \text{ Kg/m}^3$ ),  $S$ , la surface de prise au vent du ballon et  $V$  la vitesse du courant d'air.

La force résultante est alignée avec la ficelle. On peut ainsi calculer la valeur de la traînée  $T$  car

$$T = P \operatorname{tg}(\alpha)$$

Connaissant  $T$ , on calcule alors la vitesse  $V = (2 T / C_x / \rho / S)^{1/2} = (2 P \operatorname{tg}(\alpha) / C_x / \rho / S)^{1/2}$

En considérant

$P = 4$  grammes x poids

$\alpha = 2^\circ$  (angle minimum détectable)

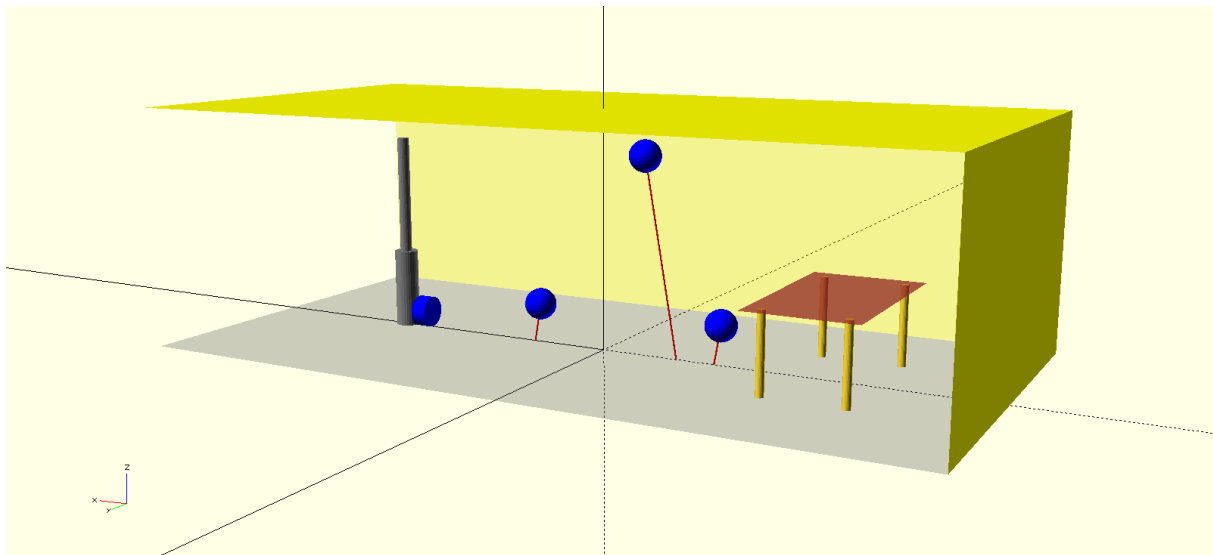
$\rho = 1.3 \text{ Kg} / \text{m}^3$

$C_x = 0.5$  (approximation du ballon par une sphère)

$S = 0.06 \text{ m}^2$

On trouve une vitesse minimum mesurable de  $0.26 \text{ m/s}$ .

On a vérifié expérimentalement que ces ballons permettent de prouver que la circulation de l'air englobe bien tout l'ensemble de la salle comme décrit schématiquement ci-dessous.



Pendant que les convives seront installés autour de la table, un purificateur est installé à quelques mètres, assisté par un ventilateur (en bleu) qui propulse l'air propre vers la table, au ras du sol.

Cet air passe sous la table, « rebondit » contre le mur de droite et revient vers le ventilateur par le plafond. Ce circuit d'air est clairement démontré par les directions des ficelles des ballons.

De plus, en plaçant un ballon sur la table, à hauteur des têtes des convives, on montre également que l'air à ce niveau est légèrement agité, ce qui participe à la dilution d'éventuelles volutes d'air contaminé. Cet air sera entraîné rapidement vers le purificateur pour y être traité.

Nota : L'utilisation d'un ventilateur est recommandée car il permet de vérifier le bon fonctionnement. Sans ce ventilateur les courants d'air sont plus lents et ne peuvent être observés directement. De plus l'air étant beaucoup plus stable au niveau des convives, le risque de respirer des volutes concentrées est plus important.